

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НА СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

Е. А. Якимов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель Т. В. Алферова

Согласно ГОСТ 13169–87 «Нормы качества электрической энергии и ее приемников, присоединяемых к электрическим сетям общего назначения» показателями качества отпущаемой электроэнергии являются:

- отклонения (сравнительно медленные изменения) и колебания (достаточно быстрые) частоты;
- отклонения и размах изменения напряжения;
- несинусоидальность формы кривой напряжения;
- несимметрия трехфазной системы напряжений и смещение нейтрали;
- неуравновешанность напряжения.

Влияние отклонения частоты на современные источники света

Различают электромагнитное и технологическое влияние отклонения частоты. Электромагнитная составляющая обуславливается увеличением потерь активной мощности и ростом потребления активной и реактивной мощностей. Можно считать, что снижение частоты на 1 % увеличивает потери в сетях на 2 %.

Технологическая составляющая вызвана в основном недовыпуском промышленными предприятиями продукции. Согласно экспертным оценкам, значение технологического ущерба на порядок выше электромагнитного.

Анализ работы предприятий с непрерывным технологическим процессом показал, что большинство технологических линий оборудовано механизмами с постоянным и вентиляторным моментами сопротивлений, а их приводами служат асинхронные двигатели. Частота вращения двигателей пропорциональна изменению частоты сети, а производительность технологических линий зависит от частоты вращения двигателя. При значительном повышении частоты в энергосистеме, что может быть, например, в случае уменьшения (сброса) нагрузки, возможно повреждение оборудования.

Влияние изменения нагрузки потребителей при изменении частоты можно проанализировать с помощью статических характеристик обобщенного узла нагрузки от частоты, приведенных на рис. 1.

Как видно из рис. 1, снижение частоты до значения f_1 приводит к увеличению потребляемой нагрузкой реактивной мощности Q до значения Q_{*1} , что влечет за собой понижение напряжения в узле присоединения нагрузки. При этом потребляемая активная мощность снижается до P_{*1} . Обычно увеличение потребляемой реактивной мощности выше, чем снижение активной мощности, что приводит к увеличению потерь полной мощности по элементам сети и, следовательно, к увеличению потерь мощности и энергии в сети.

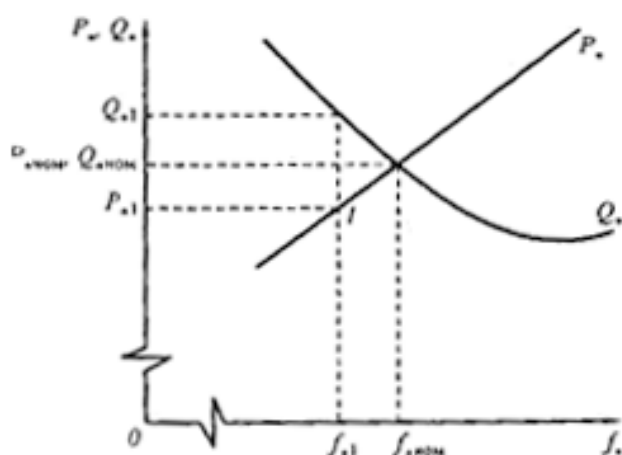


Рис. 1. Статические характеристики по частоте обобщенного узла нагрузки

Изменение нагрузки потребителей в сети может быть различным по характеру. При малых изменениях нагрузки в системе требуется небольшой резерв мощности. В этих случаях автоматическое регулирование частоты в системе может производиться на одной, так называемой частотно-регулирующей станции. При больших изменениях нагрузки увеличение мощности должно быть предусмотрено на значительном числе станций. В связи с этим в соответствии с предполагаемыми изменениями нагрузок потребителей заранее составляются графики соответствующего изменения нагрузки электростанций. При этом предусматривается экономическое распределение нагрузок между станциями.

В послеаварийных режимах, например, при отключении мощных линий электропередач система может оказаться разделенной на отдельные несинхронно работающие части. В некоторых из них мощность электростанций может оказаться недостаточной для поддержания частоты и будут наблюдаться большие изменения частоты. Это, как уже отмечалось, приведет к резкому снижению производительности оборудования, что вызовет дальнейшее значительное уменьшение мощности станций, вплоть до их выпадения из работы. Для предотвращения общесистемных аварий в подобных случаях предусматривают специальные автоматические устройства частотной разгрузки (АЧР), отключающие в таких случаях часть менее ответственных потребителей. После ликвидации дефицита мощности, например, после включения резервных источников специальные устройства частотного автоматического повторного включения (АПВЧ) включают отключенных потребителей, и нормальная работа системы восстанавливается.

Влияние отклонения напряжения на работу светодиодных ламп

Каждый приемник электроэнергии (светодиодная осветительная установка) спроектирован для работы при номинальном напряжении и должен обеспечивать нормальное функционирование при отклонениях напряжения от номинального на заданную ГОСТом величину. При изменении напряжения в пределах этого рабочего диапазона могут изменяться значения выходного параметра приемника электроэнергии.

Одновременно с изменением выходных параметров, а в ряде случаев даже когда выходные параметры не изменяются, изменение напряжения приводит к изменению потребляемой приемником электроэнергии (светодиодной осветительной установкой) мощности.

Установки электрического освещения с лампами накаливания, люминесцентными, светодиодными осветительными установками, дуговыми, ртутными, натриевыми, ксеноновыми лампами применяются на всех предприятиях для внутреннего и наружного освещения.

Необходимо отметить, что при изменении напряжения изменяется освещенность, световой поток и срок службы светодиодной лампы. На каждый процент понижения напряжения световой поток уменьшается приблизительно на 3,6 %. Срок службы увеличивается приблизительно на 1,3 %.

Влияние колебаний напряжения на работу электроприемников

ГОСТ 13109–99 определяет воздействие колебаний напряжения на осветительные установки, влияющие на зрение человека. Мигание ламп освещения (фликер-эффект) вызывает неприятный психологический эффект, утомление зрения и организма в целом. Степень раздражения органов зрения зависит от величины и частоты мигания. Наиболее сильное воздействие на глаз человека оказывают мигания света с частотой 3...10 Гц, поэтому допустимые колебания напряжения в этом диапазоне минимальны – менее 0,5 %.

Колебания напряжения более 10 % могут привести к погасанию ламп. При глубоких колебаниях напряжения (более 15 %) могут отпасть контакты, вызвав нарушения технологии производства.

Влияние несимметрии напряжения

На рис. 2 приведены векторные диаграммы прямой, обратной последовательностей и результирующих напряжений. Как видно из векторной диаграммы результирующего напряжения, при появлении в трехфазной сети напряжения обратной последовательности ухудшается режим напряжений как трехфазных, так и однофазных электроприемников.

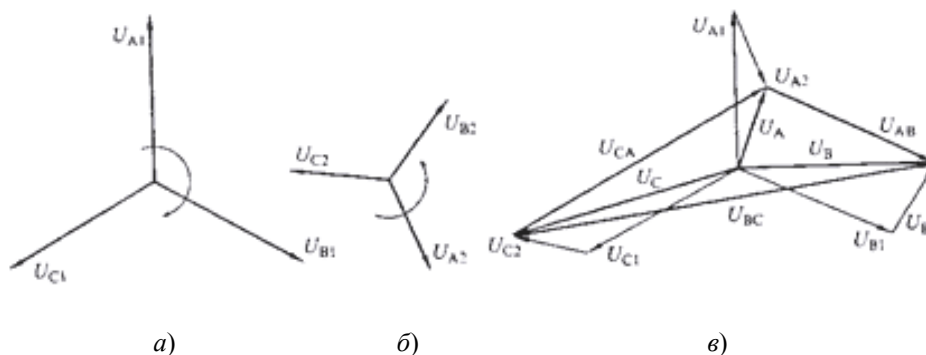


Рис. 2. Влияние появления напряжения обратной последовательности на величину результирующих напряжений сети:

- a* – векторная диаграмма напряжений прямой последовательности;
- б* – векторная диаграмма напряжений обратной последовательности;
- в* – векторная диаграмма результирующих напряжений

Несимметрия напряжения значительно влияет и на однофазные потребители. Если фазные напряжения неодинаковы, то, например, лампы светодиодные, подключенные к фазе с более высоким напряжением, имеют больший световой поток, но значительно меньший срок службы по сравнению с лампами, подключенными к фазе с меньшим напряжением.